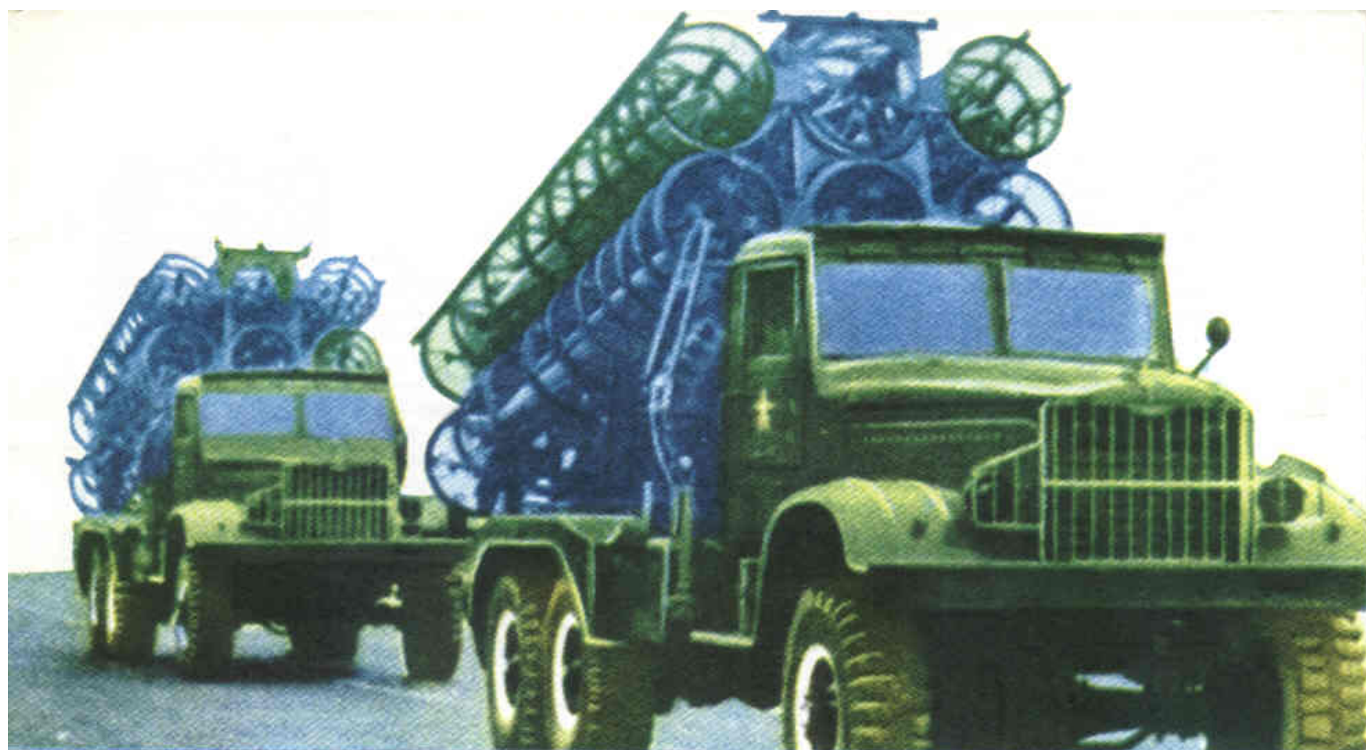
WYRZUTNIA RAKIETOWA
KATIUSZA



WYDAWNICTWO MINISTERSTWA OBRONY NARODOWEJ



Sześciopociskowe wyrzutnie prętowe, zamocowane na samochodzie JAAZ-214

WYRZUTNIA RAKIETOWA
KATIUSZA

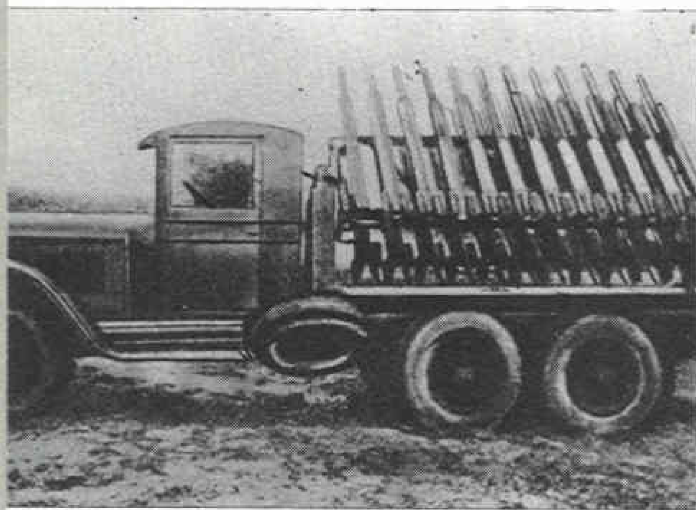
KATIUSZA — pieszczotliwa nazwa broni, która budziła prawdziwą grozę, postrach i panikę wśród wojsk hitlerowskich nawet w chwilach krótkotrwałego triumfu.

KATIUSZA — tajemnicza broń znana żołnierzom frontowym II wojny światowej, budząca nadzieje na rychłą klęskę III Rzeszy wśród podbitych narodów.

KATIUSZA — broń rakietowa, której istotą jest pocisk z silnikiem rakietowym na stały materiał pędny, odpalany z wyrzutni szynowych.

NARODZINY NOWEJ BRONI

Pierwsze prace, które w konsekwencji doprowadziły później do skonstruowania rewelacyjnej broni rakietowej II wojny światowej, rozpoczęło w Związku Radzieckim dwóch entuzjastów — Władimir Andriejewicz Artiemjew i Nikołaj Iwanowicz Tichomirow — zaledwie w 3 lata po Wielkiej Rewolucji. Wprawdzie Artiemjew już w latach 1908—1916 zajmował się w twierdzy brzeskiej pociskami rakietowymi oświetlającymi, z długim prętem stabilizującym, jednakże właściwe warunki do pracy uzyskał on dopiero w kilka lat później. W 1922 r. Artiemjew organizuje wraz z Tichomirowem niewielką pracownię w Moskwie, jednak mimo dotychczasowych doświadczeń obaj inżynierowie rozpoczynają całą pracę od podstaw i... z niczego. W roku 1923 wspólnie budują napędzany prochem czarnym pocisk o zasięgu 700 m, a następnie — 1500 m. Pracami tymi zainteresował się wkrótce Komitet Artyleryjski, który w rok później przenosi ich do Leningradu i zapewnia im tam znośne warunki pracy. Wyniki nie dały na siebie długo czekać — 3 marca 1928 r. dwaj entuzjaści opalają z 70 mm moździerza pierwszy w świecie pocisk bezodrzutowo-rakietowy napędzany



Jedna z pierwszych Katiusz

prochem bezdymnym; donośność tego pocisku wynosi 1300 m, celność jest mała. W 3 miesiące później powstaje w Leningradzie Laboratorium Gazodynamiczne — GDŁ, którego kierownikiem zostaje Tichomirow. Wokół dwóch zapaleńców skupia się grono nowych entuzjastów, pracowników nauki i utalentowanych inżynierów. Rozszerza się zespół pracowników Laboratorium — m.in. rozpoczynają tam pracę późniejsi laureaci Nagrody Państwowej: B. S. Pietropawłowski i F. N. Pojda oraz G. E. Łangemak i L. E. Szwarc. Duży zespół ludzi i ciężar gatunkowy prowadzonych prac powoduje, że 21 września 1933 r. Laboratorium GDŁ zostaje przeorganizowane w Instytut Naukowo-Badawczy Napędu Odrzutowego — RNII.



Jeden ze współkonstruktorów Katiusz — Fiodor Nikołajewicz Pojda

Początkowo pociski rakietowe wystrzeliwano z moździerza; były to zatem pociski bezodrzutowo-rakietowe. Jednak już od roku 1930, pod wpływem prac niezwykle utalentowanego konstruktora i badacza B. S. Pietropawłowskiego, zrezygnowano z tego rodzaju pocisków i rozpoczęto pracę nad pociskami poruszającymi się wyłącznie dzięki działaniu silnika rakietowego. Do osiągnięcia właściwego działania tych silników podstawowym problemem było opracowanie dla pocisku materiału pędnego o dużym impulsie właściwym i równomiernym spalaniu. Bazując na prochu piroksylinowym opracowano silnik rakietowy i na tej podstawie zbudowano pociski o kalibrze 82 i 132 mm. Próby lotne z tymi pociskami przeprowadzano na przełomie lat trzydziestych. Rozpatrywano różne sposoby stabilizowania ich w locie. Dążąc do odpalania pocisków z lufy gładkościennej E. S. Pietrow zaproponował stabilizację za pomocą stateczników nie wychodzących poza kaliber pocisku. Celność tych pocisków była jednak bardzo mała. Poprawiła się ona znacznie, gdy zrealizowano zaproponowaną przez I. Klejmienowa, podchwyconą przez W. A. Artiemjewa, myśl wysunięcia stateczników poza kaliber pocisku.

W 1933 r. przekonstruowano pociski obu kalibrów — 82 i 132 mm. W następnych latach W. A. Artiemjew, L. E. Szwarc i F. N. Pojda udoskonalili konstrukcję pocisków, a A. P. Pawlenko i A. S. Popow zastosowali elektryczny sposób odpalania pocisków oraz prosty sposób prowadzenia pocisków na wyrzutni.

Dzięki pracy dużego kolektywu wyżej wymienionych radzieckich rakietowców oraz J. A. Pobiedonoscewa, W. G. Biessonowa, M. P. Gorszkowa, M. S. Kisienki, M. K. Tichonrawowa, W. Łużina, D. A. Szitowa, W. I. Dudakowa, W. P. Głuszki, A. G. Kostikowa i in., główny element nowej broni — pocisk rakietowy — został wykonany w 1938 r.

Broń rakietowa to jednak nie tylko pocisk rakietowy, ale także wyrzutnia, z któ-

rej wyrzucony jest ten pocisk. Autorem pomysłu wyrzutni wieloprowadnicowej był cały zespół konstruktorów radzieckich. Idea wyrzutni wieloprowadnicowej, służącej do wyrzucania niemal jednocześnie kilkunastu pocisków, co stanowiło falę niszczycielskiego ognia, zyskała sobie uznanie już w 1938 r. W lecie 1939 r. uznano za najbardziej udaną szynową wyrzutnię 16-prowadnicową.

Wiosną 1941 r. nowa broń była gotowa. Jej działanie zaprezentowano marszałkom Związku Radzieckiego S. Timoszence i S. Budionnemu. „Gdy oddano salwę na pole tarczowe, schron zaczął osuwać się, posypała się ziemia. Odniosło się wrażenie, że trafiono w schron. Na pytanie marszałka Timoszenki: »Co się stało?« pracownicy poligonu odpowiedzieli, że na cel oddano salwę z nowej broni. Po przekonaniu się, że cel został rażony, marszałek rozkazał przerwać ogień i wraz z marszałkiem Budionnym udał się w rejon celu. Salwa pocisków rakietowych doskonale trafiła w cel. Był on całkowicie pokryty i z drewnianych skrzynkowych tarcz pozostały tylko drzazgi, a białe nici jak pajęczyna zwisały z pobliskich drzew. Wszystkich zdumiała potęga nowej broni".*

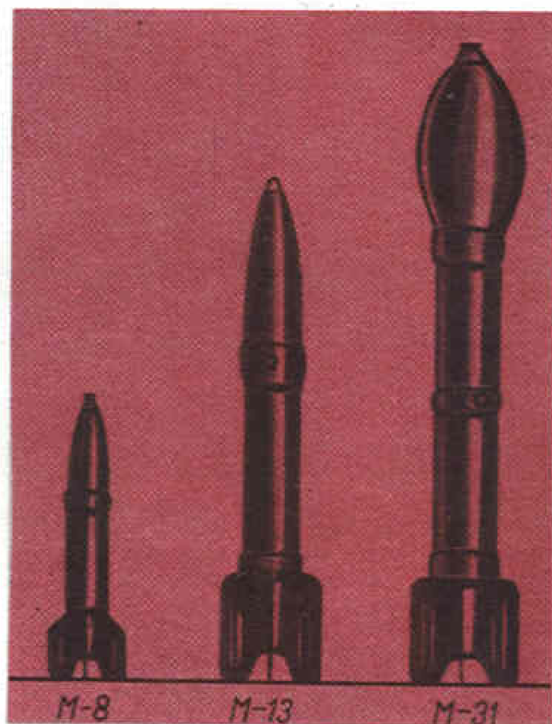
W 1941 r. wczesną wiosną wydano decyzję o wprowadzeniu nowej broni na uzbrojenie armii radzieckiej. 21 czerwca tegoż roku broń tę zaprezentowano kierownictwu partii i rządu Związku Radzieckiego. W tym dniu wydano decyzję o jej masowej produkcji. Następnego dnia rankiem wojska hitlerowskie napadły na Związek Radziecki. Wielka epopeja nowej broni została rozpoczęta!

CO TO JEST KATIUSZA?

Nową broń żołnierze radzieccy i ludność cywilna nazwali pieszczotliwie *Katiusza*. W oficjalnej nomenklaturze w latach II wojny światowej nosiła nazwę moździerzy gwardyjskich, obecnie zalicza się ją do polowej artylerii rakietowej, jednakże potocznie do dziś nazywana jest swym pierwszym, tradycyjnym, określeniem.

Katiusza to wielomiejscowa wyrzutnia rakietowa, służąca do odpalania niekierowanych pocisków rakietowych stabilizowanych w czasie lotu za pomocą stateczników, zwanych także brzechwami. Pociski *Katiusz* napędzane były w czasie lotu za pomocą silnika rakietowego na stały materiał pędny. Do rażenia celu służył przenoszony przez pociski ładunek materiału wybuchowego, znajdujący się w głowicy bojowej.

Pociski *Katiusz* oznaczane były bądź symbolem *M*, bądź (zwłaszcza w lotnictwie) symbolem *RS* (skrót od pierwszych liter



Pociski rakietowe stosowane w czasie II wojny światowej na wyrzutniach Katiusza

słów rosyjskich: *Rakietnyj Snariad* — pocisk rakietowy). Pocisk określano również po prostu kalibrem. A kalibrów tych — włączając wersje doświadczalne — było dużo: 60, 70, 80, 82, 130, 132, 135, 140, 280 i 300 mm; najpopularniejsze i najczęściej używane były pociski 3 kalibrów: 82, 132 i 300 mm. Często, zwłaszcza w nomenklaturze wojskowej, używano łącznego oznaczenia literowo-cyfrowego, np. *M—8* czy jego odpowiednika lotniczego *RS—82* (oznaczającego pocisk rakietowy o kalibrze 82 mm) nie tylko określającego kaliber, ale także precyzującego bliżej przeznaczenie lub również ulepszenie pocisku (np. symbol *UK* oznaczał pocisk o poprawionej celności). Najbardziej znane radzieckie pociski rakietowe nosiły następujące oznaczenia: *M—8 (RS—82), M—13 (RS—132, ROFS—132), M—13 (ROFS—132), M—13—UK, M—13—DD, M—20, M—30, M—31, M—31—UK*.

Wielkość i ciężar pocisków *Katiuszy* były różne, różne też były ich właściwości taktyczno-techniczne. Ciężar pocisków wynosił od kilku do blisko 100 kG, długość od ok. 600 do ok. 1800 mm, zasięg najczęściej kilka kilometrów — od ok. 3 do ok. 9 km.

Wyrzutnie *Katiusza* były kilku- lub kilkudziesięciomiejscowe, tzn. pozwalały na jed-

* P. Astaszenkow: *Radzieckie wojska rakietowe* (tłum. z ros.), Wyd. MON, Warszawa 1968.

noczesne załadowanie kilku lub kilkudziesięciu pocisków rakietowych. Przemysł radziecki produkował wyrzutnie 4-, 12-, 16-, 24-, 30-, 36-, 48 i 60-miejscowe: spośród nich najszersze zastosowanie znalazły wyrzutnie szynowe 16-prowadnicowe.

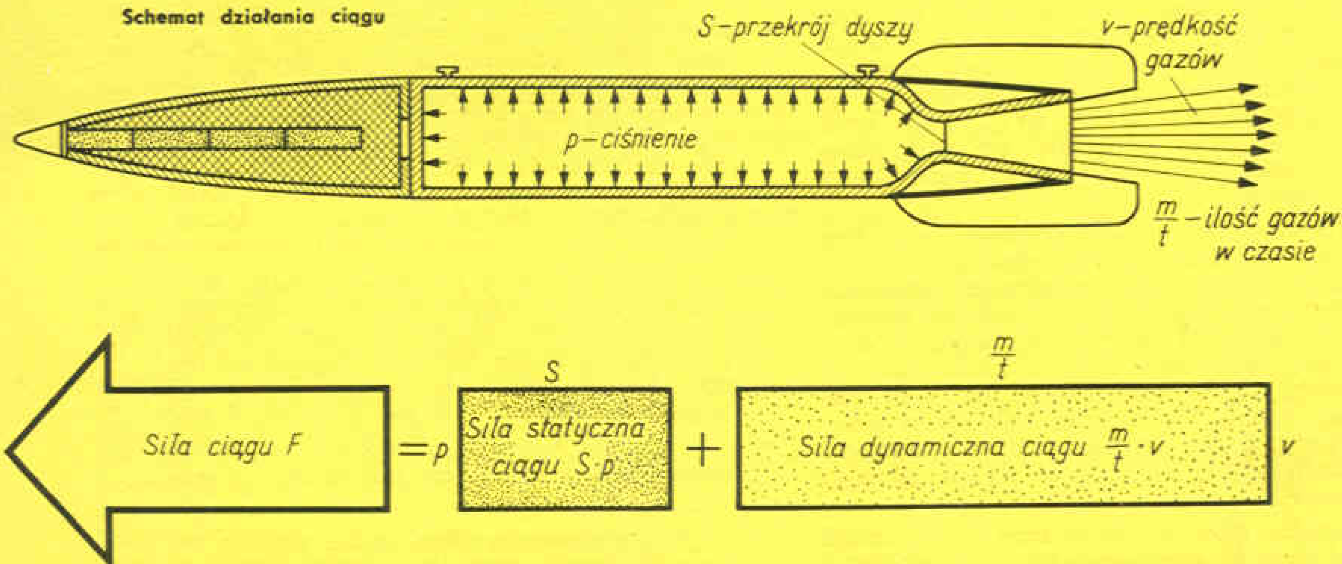
Radzieckie naziemne wyrzutnie rakietowe montowane były przede wszystkim na samochodach, chociaż niektóre z nich było można instalować również na czołgach i drezynach kolejowych. Oprócz tego wyrzutnie takich samych jak naziemne lub nieco tylko zmodyfikowanych pocisków instalowano także na samolotach i mniejszych okrętach. Wyrzutnie naziemne samochodowe nosiły oznaczenia literowe *BM* (od pierwszych liter słów: *Bojewaja Maszina* — wóz bojowy) oraz cyfrowe — mówiące o kalibrze i liczbie załadowanych pocisków rakietowych, np. symbol *BM—8—24* oznaczał 24-miejscową wyrzutnię samochodową pocisków *M—8* o kalibrze 82 mm; bardziej znane wyrzutnie samochodowe miały oznaczenia: *BM—8—48*, *BM—8—24*, *BM—13*, *BM—13—Ch*, *BM—31—12*, przy czym najczęściej używana była wyrzutnia *BM—13*. Ponadto w latach II wojny światowej oraz w późniejszym okresie używano naziemnych prętowych wyrzutni stojakowych *Rama*, np. 4-miejscowych wyrzutni *Rama M—30*, z których odpalano pociski o kalibrze 300 mm.

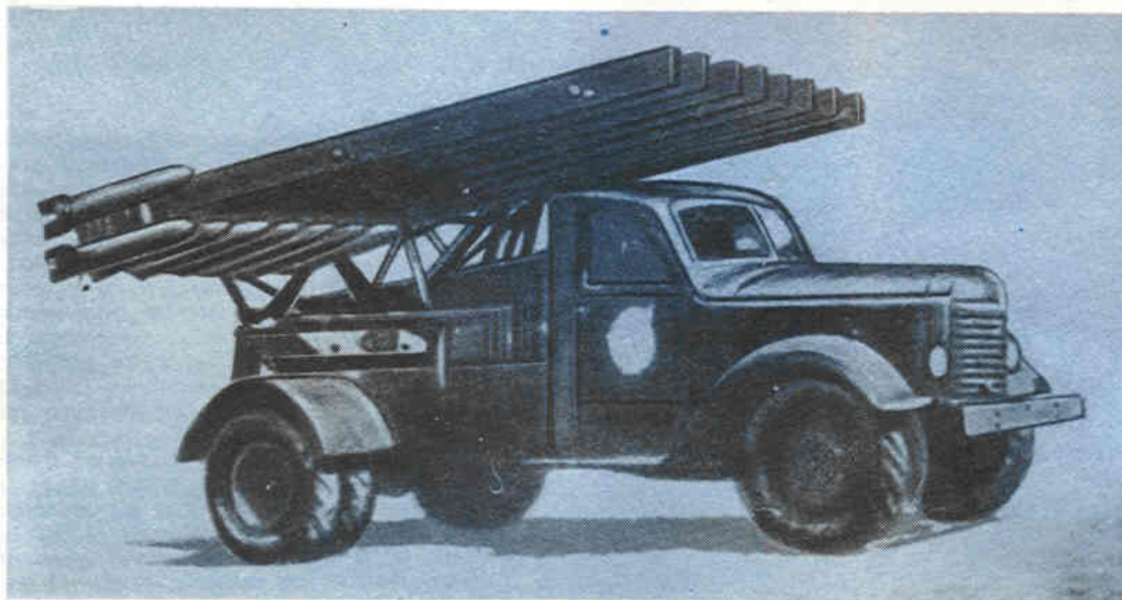
GŁOWICA BOJOWA

Głowice bojowe pocisków *Katiusz* służyły do rażenia żołnierzy, sprzętu wojskowego i różnych umocnień.

Głowica każdego z typów pocisków *Katiusz* składała się z zapalnika, ładunku materiału wybuchowego oraz obudowy, czyli skorupy. W zależności od przeznaczenia pocisku w *Katiuszach* stosowano zapalniki uderzeniowe (w pociskach naziemnych i lotniczych do zwalczania celów naziemnych) i czasowe (w pociskach lotniczych do zwalczania celów powietrznych). Zapalnik pod wpływem uderzenia o przeszkodę lub po upływie określonego czasu powodował zadziałanie detonatora, który z kolei powodował wybuch materiału wybuchowego. Pod wpływem detonacji materiału wybuchowego rozrywała się skorupa pocisku. Fala uderzeniowa wybuchu oraz metalowe odłamki skorupy i całego pocisku raziły cel. Pociski *Katiusz* miały różną ilość materiału wybuchowego, zależnie od przeznaczenia pocisku. Najmniej materiału wybuchowego przy najgrubszej skorupie miały pociski rażące cel głównie odłamkami, czyli pociski odłamkowe; takimi były pociski *M—8* kal. 82 mm, w których ciężar materiału wybuchowego stanowił ok. 18% ciężaru całej głowicy bojowej, przy czym grubość skorupy wynosiła 8 mm. Najwięcej materiału wybuchowego przy najcieńszej skorupie miały pociski rażące cel działaniem fali wybuchu, czyli pociski burzące; takimi były pociski *M—31* o kal. 300 mm, w których ciężar materiału wybuchowego stanowił aż 55% ciężaru głowicy bojowej, a grubość skorupy wynosiła 8 mm. Pośrednie miejsce zajmowały pociski odłamkowo-burzące, do których należał najpowszechniej używany w latach II wojny światowej pocisk *M—13* o kal. 132 mm; w pocisku tym ciężar materiału wybuchowego stanowił ok. 25% ciężaru całej głowicy bojowej, a grubość skorupy wynosiła 13,5 mm.

Ciężar całkowity głowic bojowych radzieckich pocisków rakietowych wynosił mniej niż połowę ciężaru startowego. W





Wyrzutnia BM-13: 16 pocisków rakietowych M-13 na samochodzie GAZ-63

pociskach *M—8* ciężar głowicy bojowej stanowił ok. 38%, a w pociskach *M—13* — 44% ciężaru całkowitego pocisku.

Oprócz głowic odłamkowych, odłamkowo-burzących i burzących z wyrzutni *Katiusza* odpalane były również pociski z głowicami zapalającymi oraz z odłamkowo-zapalającymi o kal. 132 mm.

SILNIK RAKIETOWY POCISKU

Napęd pocisku *Katiusza* stanowił silnik rakietowy na stały materiał pędny. Silnik ten składa się z komory spalania o kształcie cylindrycznym, w której znajduje się ukształtowany z grubościennych rurek ładunek stałego materiału pędnego, stanowiącego bezdymny proch piroksylinowy, oraz z dyszy wylotowej. Między ładunkiem a dyszą wylotową znajduje się ruszt służący do zatrzymywania się nie spalonych kawałków materiału pędnego, podobnie jak w zwykłym piecu. W dyszy wylotowej silnika znajduje się korek, który jest wyrzucony przez gazy spalinowe w chwili, gdy ich ciśnienie jest wystarczające do normalnej pracy silnika. Do spowodowania zapłonu materiału pędnego służy zapłonnik elektryczny, usytuowany w przedniej części komory spalania.

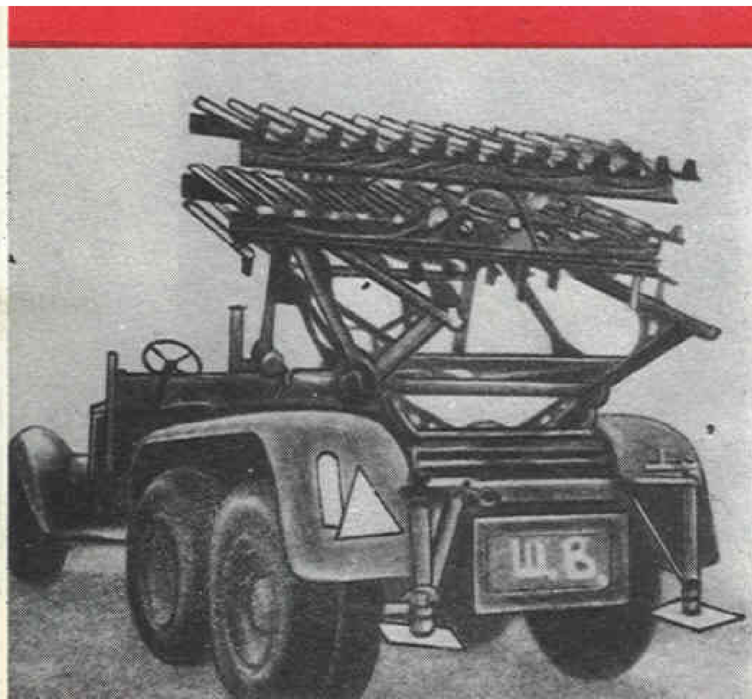
Na komendę „ognia" zostaje zwarty obwód elektryczny i przez włókno zapalnika płynie prąd, rozżarzając to włókno. Od rozżarzonego włókna zapala się mączka prochowa specjalnego ładunku, zwanego pironabojem, przekazując strumień ognia na podsypkę prochową (z prochu dymnego), której produkty spalania wypełniają komorę spalania, a stwarzając wstępne ciśnienie ułatwiają zapalenie się rurek materiału pędnego i uruchomienie silnika.

Spalający się w czasie pracy silnika ładunek stałego materiału pędnego wytwarza gaz spalinowy, wyzyskiwany do napędu pocisku. Reakcja ta nie potrzebuje zasilania tlenem z powietrza, bowiem materiał pędny *Katiusz* zawiera tlen w ilości wystarczającej do jego przemiany w produkty gazowe.

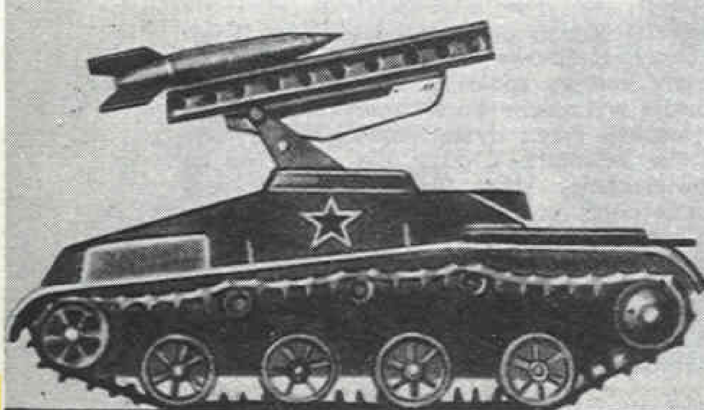
Gazy spalinowe cisną równomiernie na ściany komory spalania. Pod ich wpływem zostaje wyrzucony korek zamykający dyszę wylotową. Przez dyszę część gazu wylatuje na zewnątrz i gazy nie cisną na tę powierzchnię, którą zajmuje otwór. Jednakże cisną na całą powierzchnię znajdującą się naprzeciw otworu i dlatego równowaga zostaje zachwiana. Siła wyrażająca ciśnienie gazów (a właściwie różnicę ciśnień wylotowego i atmosferycznego Δp) na powierzchnię równą przekrojowi otworu wylotowego gazów S stanowi część siły napędowej pocisku, czyli siły ciągu, zwanej **składową statyczną ciągu**.

Druga część siły ciągu, zwana **składową dynamiczną ciągu**, zależy od masy i prędkości wylatujących spalin. Jest ona znacznie większa niż składowa statyczna. Wielkość składowej dynamicznej można określić posługując się zasadą pędu i popędu. Popęd nadany silnikowi (czyli iloczyn siły ciągu F i czasu t) równa się pędowi strumienia wypływających zeń gazów (czyli iloczynowi masy gazów m i ich prędkości v). Wynika stąd, że ciąg silnika zależy od masy wypływających gazów i ich prędkości.

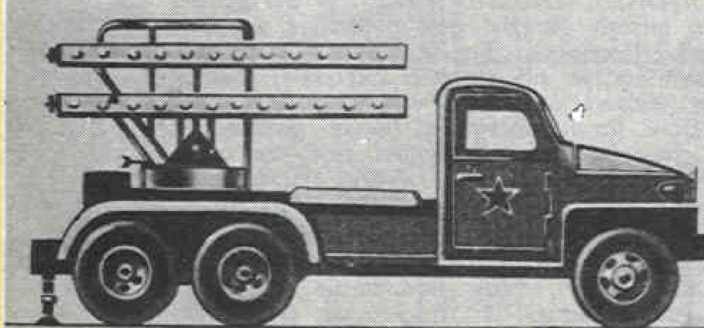
Masa gazów zależy od masy materiałów pędnych, tej zaś nie można dowolnie zwiększać, gdyż wtedy nadmiernie wzrośnie ciężar pocisku. W radzieckich pociskach rakietowych z okresu II wojny światowej masa materiałów pędnych wynosiła od kilku (w pocisku *M—13*) do kilkunastu (w pocisku *M—8*) procent całkowitej masy pocisku.



Wyrzutnia BM-8 pocisków rakietowych M-8



Wyrzutnia czołgowa BM-8-24



Samochodowa wyrzutnia dwurzędowa

W celu uzyskania dobrego ciągu silnika konstruktorzy dążyli do zwiększenia prędkości wylatujących gazów. W tym celu zwykły otwór w komorze spalania zastąpili dyszą wylotową, tj. rurą w postaci zwężonego i rozszerzającego się stożka. Dzięki zastosowaniu dyszy wylotowej prędkość wypływających z silnika gazów spalinowych wzrastała do wartości ok. 1700—1800 m/s, a więc zwiększał się wtedy ciąg silnika; w chwili wypływu z dyszy wylotowej gazy miały temperaturę ok. 1100—1200°C.

Należy pamiętać, że ciąg silnika działa, tzn. pcha pocisk, tylko w czasie pracy silnika rakietowego, który liczy się w sekundach lub w częściach sekundy. Ciąg ten nadaje w tym czasie pociskowi prędkość kilkuset metrów na sekundę. Prędkości maksymalne pocisków rakietowych *Katiusza* zależały od kalibru i przeznaczenia pocisku i zawierały się w zakresie 250—350 m/s.

WYRZUTNIA RAKIETOWA

Wyrzutnia jest urządzeniem nadającym pociskowi rakietowemu określony kierunek ruchu do chwili, w której pocisk pod wpływem ciągu silnika uzyska tak dużą prędkość, że może dalej wykonywać samodzielnie swój lot.

Podobnie jak pociski, również wyrzutnie przeszły długą drogę rozwojową. W końcu lat dwudziestych wyrzutnię praprototypów *Katiusz* stanowił nieco przekonstruowany moździerz. W roku 1930 B. S. Pietropawłowski opracował wyrzutnię w postaci rury z podłużnymi wycięciami, przez które wylatywały na zewnątrz gazy spalinowe; z wyrzutni tej odpalano pociski rakietowe ze statecznikami nie wychodzącymi poza kaliber pocisku. Gdy jednak przyjęto koncepcję pocisku rakietowego mającego stateczniki o większej rozpiętości niż wynosił kaliber pocisku, trzeba było szukać nowych rozwiązań. Głównie dzięki pracom nad wyrzutniami lotniczymi konstruktorzy radzieccy opracowali nowe rozwiązanie: prowadnice, po których ślizgał się pocisk rakietowy, przy czym dla właściwego prowadzenia pocisku po prowadnicach zaopatrzono go w występ, wchodzący w wycięcie wiodące w prowadnicy (w konstrukcjach z II wojny światowej wycięcie to miało kształt litery *T*).

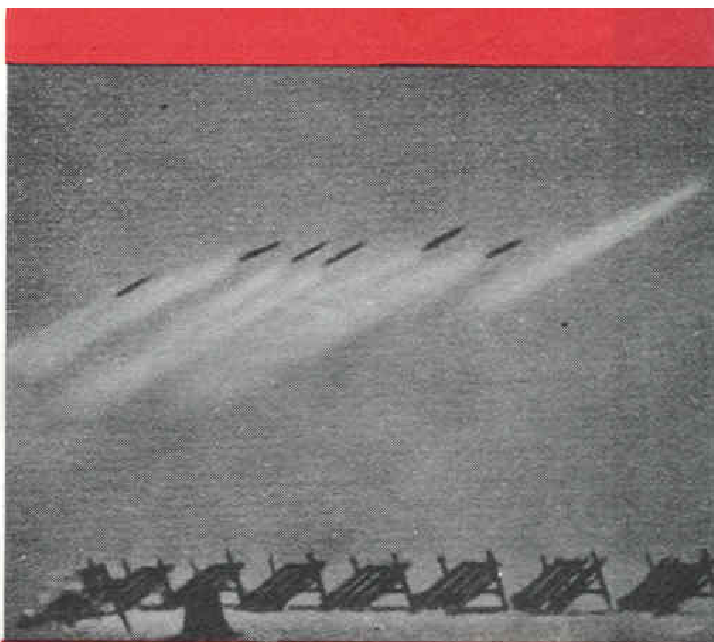
Prace nad takimi wyrzutniami rozpoczęto w Instytucie Naukowo-Badawczym Napędu Odrzutowego już w 1938 r. W rok później powstał pierwszy model, a w trzy lata później — pierwsza dopracowana konstrukcja wyrzutni rakietowej, stanowiąca prototyp sławnych *Katiusz*. Była to dwurzędowa wyrzutnia dla 24 pocisków kal. 132 mm, zamontowana na samochodzie ciężarowym *ZIS*; prowadnicami tej wyrzutni były szyny

o przekroju dwuteowym ze wspomnianymi wycięciami w obu półkach, co pozwalało na umieszczenie dwóch pocisków — u góry i u dołu — na jednej prowadnicy szynowej. Wyrzutnia ta była ustawiona na samochodzie w poprzek do kierunku jazdy i miała możliwość tylko zmiany kąta podniesienia; kąt kierunku ustalało się przez odpowiednie ustawienie samochodu. Pociski ładowało się na wyrzutnię od przodu. Wkrótce jednak wyrzutnię tę ulepszono w ten sposób, że nadano prowadnicom kierunek zgodny z kierunkiem jazdy samochodu, zaopatrzono ją w mechanizm kierunkowy i umożliwiono ładowanie jej od tyłu. Tak powstała na wiosnę 1941 r. słynna wyrzutnia *BM—13*. Zespół konstruktorów nie ustawał jednak w dalszej pracy i w sierpniu 1941 r. zbudowano na samochodzie *ZIS* trzyrzędową wyrzutnię *BM—8*, którą jednorazowo można było załadować 36 pociskami *M—8* o kal. 82 mm. Jesienią tegoż roku opracowano (i zastosowano bojowo) wyrzutnię *BM—8—48* na samochodach *ZIS—6*, która umożliwiła w ciągu 30 sekund odpalanie 48 pocisków odłamkowych *M—8* o zasięgu 5,5 km. Wkrótce wyrzutnie, zawierające o połowę mniejszą liczbę pocisków, oznaczone *BM—8—24*, zamontowano na podwoziu czołgu lekkiego. Opracowano także wyrzutnię samochodową o dwurzędowym układzie prowadnic.

W pracach nad bojowymi wariantami wyrzutni, a także i nad ulepszeniami pocisku, brał aktywny udział A. G. Kostikow, ówczesny główny inżynier Instytutu Naukowo-Badawczego Napędu Odrzutowego, który, wraz z zespołem: gen. art. W. Aborenko, inż. Gwaj i W. Gołkowski; za pracę tę uzyskał Nagrodę Państwową.

Gdy w 1942 r. do uzbrojenia Armii Radzieckiej weszły rakietowe pociski burzące *M—30*, zaistniała konieczność opracowania dla nich nowych wyrzutni. W odróżnieniu od dotychczas istniejących, zastosowano nową koncepcję wyrzutni przenośnej, zbudowanej z prętów i mającej kształt ramy. Wyrzutnia ta była ustawiana w terenie (na ziemi) i miała jedynie możliwość zmiany kąta podniesienia. Ładowano ją pierwotnie czterema, a potem ośmioma pociskami i opatrzono nazwą *Rama M—30*. Ze względu na niezwykle małą ruchliwość tego typu wyrzutni zastąpiono je w kwietniu 1944 r. wyrzutniami 12-miejscowymi samochodowymi *BM—31—12*, z których odpalano pociski o kal. 310 mm. W końcu II wojny światowej konstruktorzy radzieccy opracowali górski wariant wyrzutni dla pocisków *M—8* oraz lekkie wyrzutnie, pozwalające na odpalanie tych samych pocisków z samochodu GAZ—67.

Najczęściej używaną w czasie II wojny światowej i po wojnie wyrzutnią była budowana w różnych wariantach wyrzutnia *BM—13*, montowana na samochodzie ciężarowym, najpierw *ZIS—6*, a potem *ZIS—151*. Główną częścią tej wyrzutni były



Prowadzenie ognia z wyrzutni Rama M-30

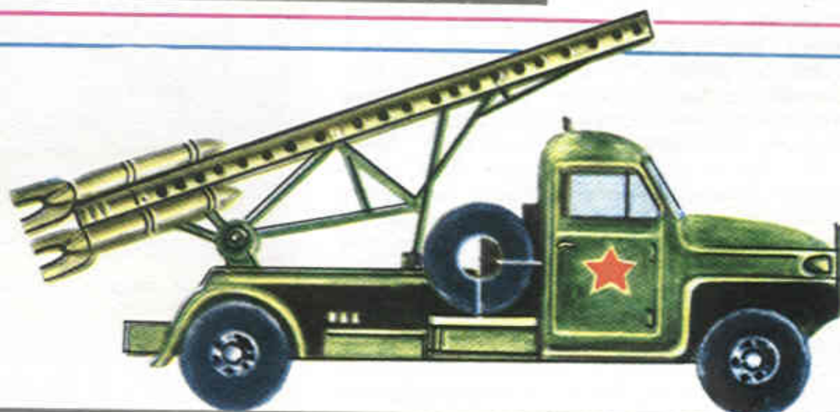
Wsuwanie czopów pocisku w prowadnice wyrzutni (fot. St. Iwan)



Niektóre wyrzutnie współczesnej artylerii rakietowej



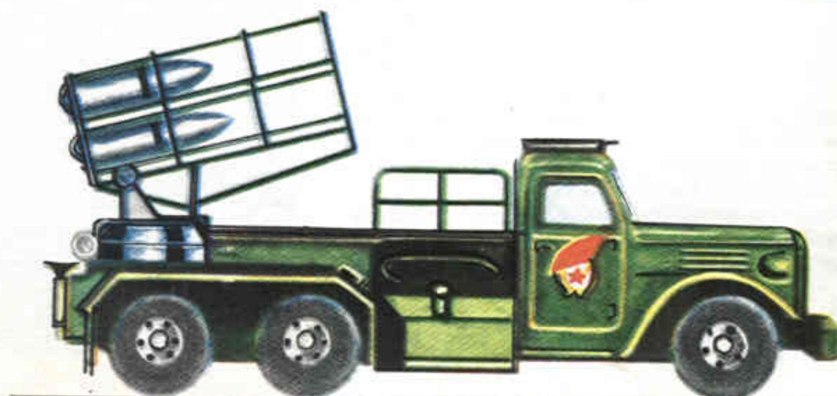
Jedna z wersji wyrzutni szynowej *BM-13* pocisków rakietowych *M-13*, zamontowana na samochodzie ciężarowym *ZIS-151*



Kolejna wersja wyrzutni szynowej *BM-13* pocisków rakietowych *M-13*, zainstalowana na samochodzie ciężarowym *GAZ-63*



4-miejscowa wyrzutnia prętowa *BM-20* pocisków rakietowych o kolibrze 200 mm i zasięgu około 18 km umieszczona na samochodzie ciężarowym *ZIŁ-151*, przedstawiona po raz pierwszy na defiladzie w 1954 r.



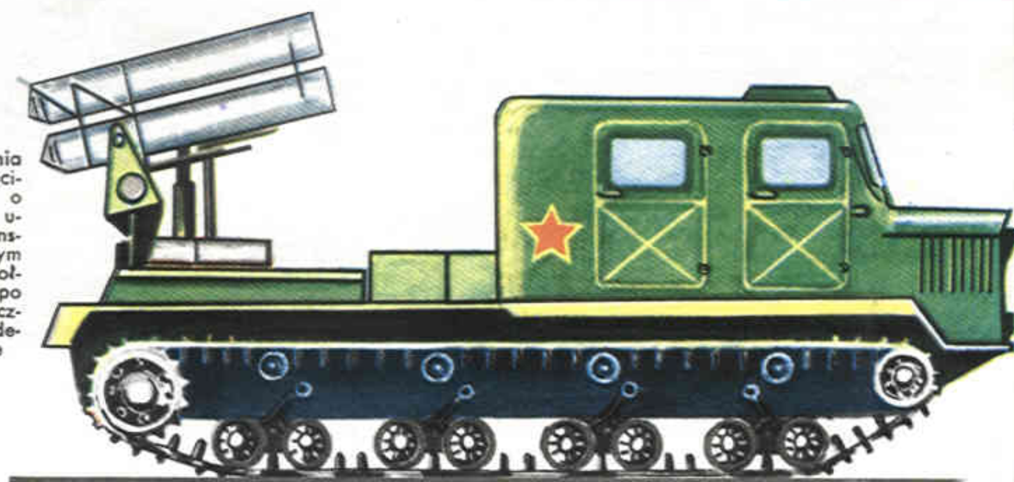
12-miejscowa wyrzutnia prętowa *BM-24* pocisków rakietowych o kolibrze 240 mm, umieszczona na samochodzie ciężarowym *ZIŁ-151*, przedstawiona po raz pierwszy na defiladzie w Moskwie w 1953 r.

Niektóre wyrzutnie współczesnej artylerii rakietowej



16-miejscowa wyrzutnia rurowa pocisków rakietowych *BM-14*, umieszczona na samochodzie ciężarowym *ZIŁ-151*, pokazana po raz pierwszy publicznie w 1954 r. na defiladzie w Moskwie

12-miejscowa wyrzutnia rurowa *BM-24* pocisków rakietowych o kalibrze 240 mm, umieszczona na transporterze gąsienicowym *AT-S* (obsługa 7 żołnierzy), pokazana po raz pierwszy publicznie w 1957 r. na defiladzie w Moskwie

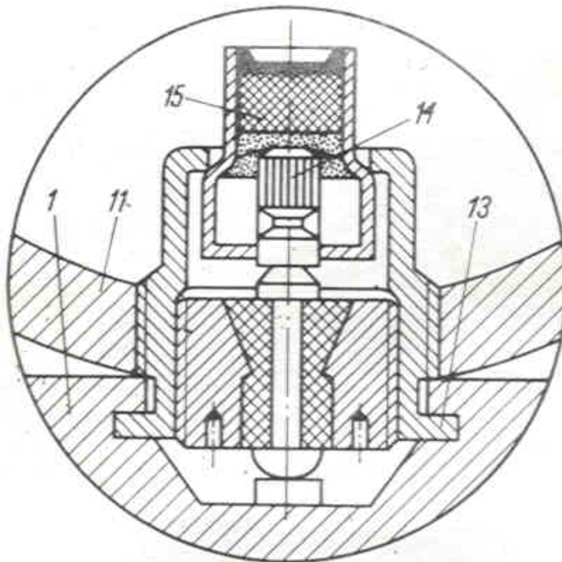


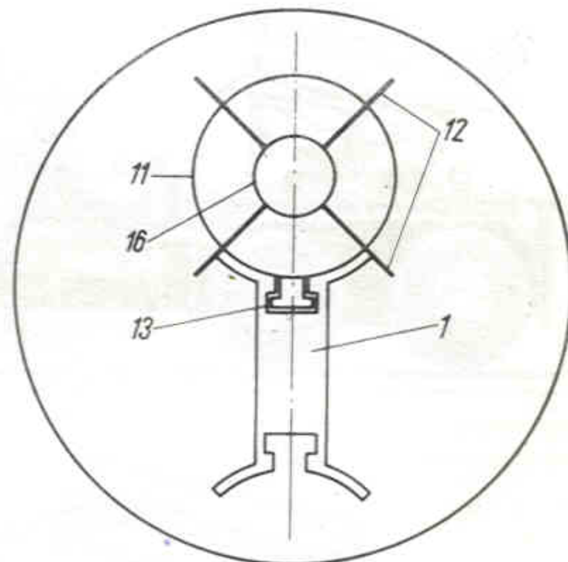


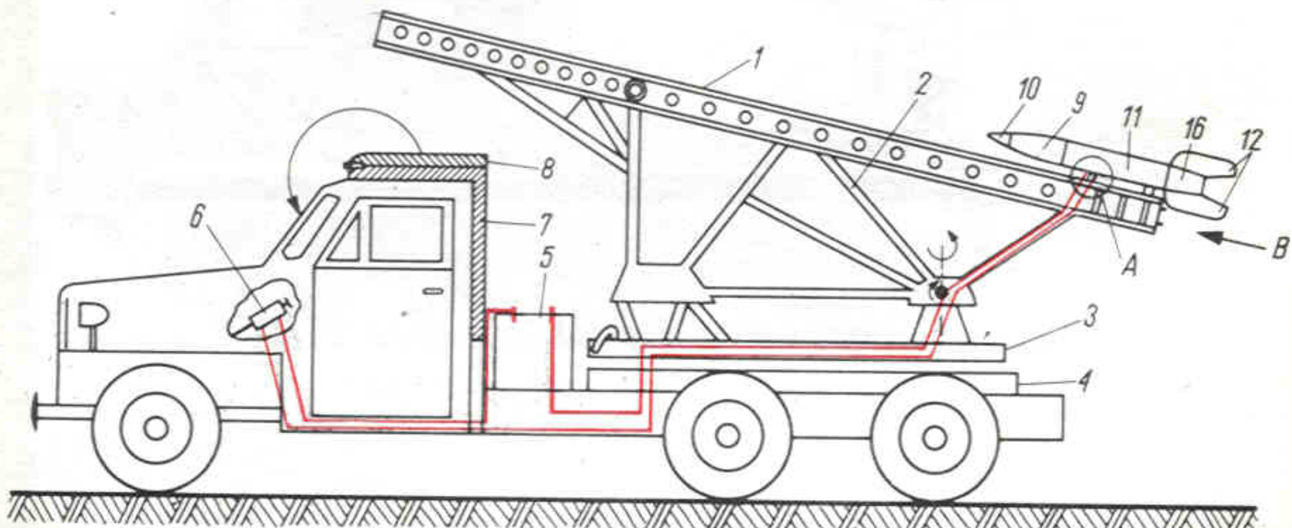
8-miejscowa lekka wyrzutnia rurowa *WP-8z* pocisków rakietowych, konstrukcji polskiej, będąca na uzbrojeniu polskich wojsk powietrzno-desantowych

Lekka przewoźna dwukołowa wyrzutnia rurowa pocisków rakietowych









Budowa wyrzutni rakietowej Katiusza BM-13: 1 — prowadnica; 2 — ostojnica; 3 — rama (podstawa) obrotowa; 4 — podstawa dolna stała; 5 — bateria akumulatorów; 6 — mechanizm odpalający; 7 — osłona stała; 8 — osłona odchylna; 9 — skorupa głowicy bojowej pocisku; 10 — zapalnik; 11 — kadłub komory spalania silnika rakietowego; 12 — brzechwy statecznika; 13 — czop prowadzący (zapalnik elektryczny); 14 — spłonka elektryczna znajdująca się w pironaboju; 15 — ładunek zapalający; 16 — osłona aerodynamiczna dyszy wylotowej

prowadnice szynowe, wzdłuż których prowadzony był pocisk. Do prowadzenia pocisku służyły dwa wystające czopy, które wchodziły w odpowiednio ukształtowane wycięcia w prowadnicach wyrzutni. Podczas ładowania wyrzutni żołnierze w wycięcia te wsuwali pocisk wystającymi czopami do wycięć prowadnicy. Po wsunięciu na właściwą odległość pocisk był przytrzymywany przez zaczep wystający z wycięcia prowadnicy i utrzymywany w tym położeniu do chwili odpalenia. Wyrzutnia *BM—13* miała 8 prowadnic szynowych o długości 5 m każda, w które wkładało się 16 pocisków — na górę i na dół szyny.

Oprócz zespołu prowadnic w skład wyrzutni wchodzi ostojnica wraz z urządzeniami mechanizmu podniesieniowego i kierunkowego, podstawa (rama) dolna i górna, przyrządy celownicze i instalacja elektryczna. Zespół prowadnic połączony jest z ostojnicą za pomocą rur. Ostojnica obracana jest za pomocą mechanizmu podniesieniowego wokół osi poziomej, umieszczonej z tyłu wyrzutni na podstawie (ramie). Kąt, pod jakim można podnosić prowadnice (kąt ostrzału w płaszczyźnie pionowej), wynosi 10—45°. Mechanizm kierunkowy powoduje obrót całej ramy w płaszczyźnie poziomej w granicach ±10°. Wstępne skie-

rowanie zespołu prowadnic na cel odbywało się przez odpowiednie ustawienie wozu bojowego, dokładnie zaś — za pomocą mechanizmu kierunkowego przy użyciu prostych przyrządów celowniczych, podobnie jak w artylerii konwencjonalnej.

Instalacja elektryczna wyrzutni składała się z baterii akumulatorów i przyrządu odpalającego, połączonych elektrycznie z prowadnicami. Prąd elektryczny, po zwarciu kontaktów w przyrządzie odpalającym, znajdującym się w kabinie kierowcy wozu bojowego, płynął z akumulatorów do kontaktów na prowadnicach, które zwierały odprowadzenia zapłonników elektryczno-prochowych pocisku rakietowego, powodując ich zadziałanie. Pociski mogły startować co 0,5 s. Odpalania pocisków dokonywał dowódca wyrzutni z kabiny kierowcy przez obrót pokrętła mechanizmu odpalającego. W tym czasie kabina kierowcy zostawała nakryta odchylną osłoną z blachy stalowej, przysłaniającej od przodu szyby kabiny.

Przy dobrze wyszkolonej obsłudze przejście wyrzutni z położenia marszowego w bojowe odbywało się w ciągu 2—3 min, a powtórne załadowanie wyrzutni trwało 5—10 min.

Wyrzutnie rakietowe *Katiusza* zmontowane na samochodach ciężarowych obsługiwało 5 do 7 żołnierzy — zależnie od typu wyrzutni i kalibru pocisków. Czas odpalania salwy 48 pocisków zależał również od kalibru i wynosił od 8 do 10 sekund.

LOT POCISKU RAKIETOWEGO

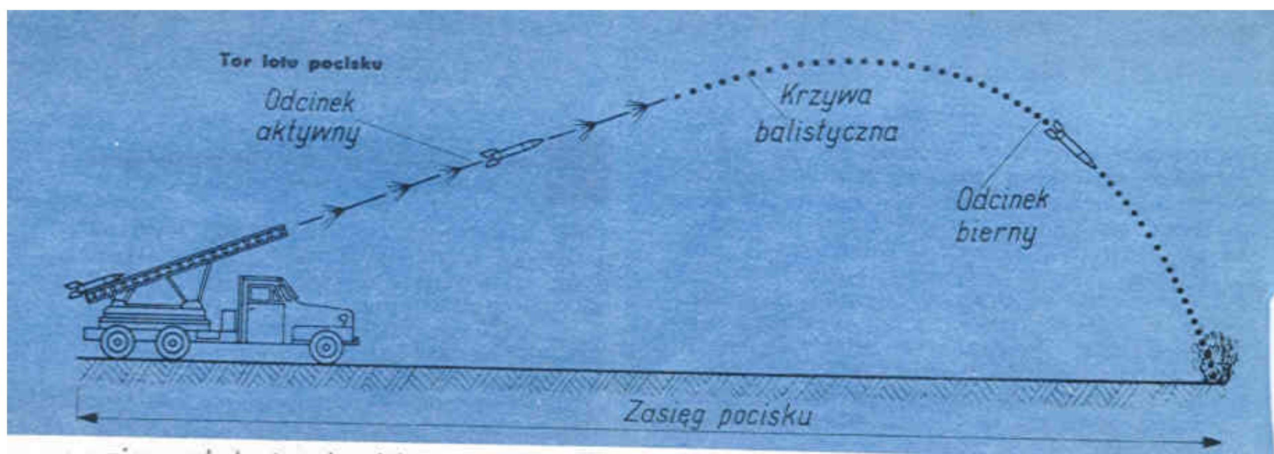
Po opuszczeniu przez pocisk wyrzutni w ciągu krótkiego czasu działa jeszcze silnik rakietowy. Czas pracy silnika zależy od typu pocisku i wynosi 0,7÷1 s. W tak krótkim okresie pocisk przebywa drogę ok. 100—150 m. Na pocisk działa wtedy ciąg, przyspieszając go do prędkości maksymalnej. Jest to tzw. aktywny odcinek toru lotu.

Po wypaleniu się materiału pędnego silnik przerywa pracę i pocisk porusza się do przodu tylko pod działaniem siły bezwładności. Od tej chwili pocisk leci po torze balistycznym, czyli po takim torze, po jakim leci kamień wyrzucony z katapulty lub z procy, pocisk broni palnej itp., przy czym początkowo leci po krzywej wznoszącej się, a potem — po opadającej. Przed koziołkowaniem w powietrzu zabezpieczają pocisk stateczniki. Ta część toru lotu nazywa się odcinkiem biernym.

W chwili opuszczania prowadnic wyrzutni oraz w chwili zakończenia pracy silnika pocisk rakietowy ma mniejszą prędkość niż pocisk artylerii gwintowanej, a ponadto ma w czasie lotu większą powierzchnię wystawioną na działanie podmuchów wiatru niż pocisk artyleryjski. Dlatego też celność pocisków rakietowych była i jest 2—3 razy mniejsza niż celność pocisków artyleryjskich. W związku z tym należało ją kompensować przez większe natężenie og-

Start pocisku z wyrzutni BM-13 (fot. St. Iwan)





nia, co było tym łatwiejsze do wykonania, że pociski rakietowe *Katiusza* zabierały więcej materiałów wybuchowych niż pociski artyleryjskie analogicznego kalibru.

DLACZEGO KATIUSZA?

Dlaczego *Katiusza* stała się rewelacją II wojny światowej? Dlaczego przemysł radziecki produkował te właśnie pociski w milionach sztuk, a więc w takich ilościach, których nie miała wówczas żadna armia w świecie? Odpowiedź na te pytania jest prosta — wystarczy tylko porównać typową wyrzutnię rakietową, np. *BM—13* z działem gwintowanym, strzelającym pociskami o analogicznym kalibrze (132 mm).

Wyrzutnia *BM—13* zdolna była w ciągu 10—12 s odpalić 16 pocisków. Artyleria gwintowana tego samego kalibru potrzebowała do wykonania tego zadania czasu 25 razy dłuższego.

Ze względu na wysokie ciśnienie panujące w lufie dział (rzędu 2500—3500 kG/cm²) oraz wielką siłę odrzutu artyleria konwencjonalna jest ciężka i mało ruchliwa. Działo o kalibrze 132 mm o donośności 8—8,5 km ma ciężar około 4 000 kG. Jeśli przyjąć ciężar 16 takich dział oraz dodać do tego ciężar urządzeń transportowych, to okaże się, że wyrzutnie rakietowe są 30—40 razy lżejsze od artylerii konwencjonalnej.

Prędkość poruszania się *Katiusz* wynosiła w czasie II wojny światowej 50—60 km/h, natomiast artyleria konwencjonalna poruszała się znacznie wolniej.

Wyrzutnie rakietowe *Katiusza* mogły bardzo szybko przechodzić z położenia marszowego w bojowe, można je było łatwo ustawić i użyć masowo w terenie nie przygotowanym. Artyleria konwencjonalna potrzebuje natomiast odpowiedniego przygotowania stanowisk bojowych, aby się zabezpieczyć przed działaniem odrzutu, na łoże armaty działa bowiem 20—50 razy mniejsza siła niż na wystrzelony pocisk armatni, który jest poddany działaniu siły 250—350 ton.

Żywotność działa gwintowanego wynosi 1000—3000 wystrzałów, natomiast żywotność wyrzutni *Katiusz* jest niemal nieograniczona.

Do wad *Katiusz* — oprócz małej celności — należałoby zaliczyć przede wszystkim oddziaływanie gazów wylotowych na otoczenie w chwili startu (zwłaszcza z tyłu wyrzutni) oraz demaskowanie własnego stanowiska ogniowego przez wylatujące z dyszy jarzące się gazy spalinowe, co powodowało konieczność częstej jego zmiany. Bilans zalet i wad przeważa jednak zdecydowanie szalę na korzyść tych pierwszych.

Huraganowy ogień i możliwość jego zmasowania do nie spotykanych przedtem rozmiarów, duża ruchliwość i psychologiczne działanie, powodowane charakterystycznym wyciem pocisku w czasie lotu, sprawiały, że broń ta stała się postrachem dla hitlerowskich najeźdźców.

TAJEMNICZA BROŃ ARMII RADZIECKIEJ

Hitler w 1941 r. rozkazywał: „Rosjanie mają automatyczne działo wielolufowe miotające ogień. Wystrzał dokonywany jest elektrycznie. Podczas wystrzału tworzy się dym. W razie zdobycia takich meldować niezwłocznie"*.

Pierwszym dowódcą pierwszej baterii *Katiusz* był kapitan I. Flerow. Swoje spotkanie z kapitanem Flerowem i działaniem *Katiusz* tak opisuje generał-lejtenant artylerii G. Płaskow: „Byłem na punkcie obserwacyjnym (sierpień 1941 r.), gdy podjechał samochód osobowy. Wyszedł z niego nie znany mi oficer, zapytał o czas i skierował się w naszą stronę. »Kapitan Flerow, dowódca wyrzutni rakietowych« — przedstawił się.

Poczuliśmy się trochę niepewnie: nikt z nas nie miał pojęcia, o jakie to wyrzutnie chodziło. Z dokumentów, jakie mi wręczył kapitan, wynikało wyraźnie tylko jedno: bez względu na okoliczności tajemnica konstrukcji nowego rodzaju broni nie mogła wpaść w ręce wroga.

W ciągu kilku dni tysiące żołnierzy i oficerów po raz pierwszy w życiu słyszało i widziało salwy *Katiusz*.

---

* *P. Astaszenkow: Radzieckie wojska rakietowe (tłum. z ros.). Wyd. MON, Warszawa 1968.*

Wszyscy na punkcie obserwacyjnym zdębieliśmy, gdy usłyszeliśmy pierwszą salwę. Z ogłuszającym wyciem, gwizdem i huczącym zgrzytem gorejące komety przekreśliły niebo nad naszymi głowami. Wszystko to trwało jakąś krótką chwilę. Przylgnąłem do lornety. To niepojęte, co tam się dzieje o cztery kilometry przed nami! Nie tylko czołgi i samochody — tam nawet ziemia płonęła!"*

Niemcy nieustannie polowali na baterię Flerowa. Stosowali wszystkie możliwe sposoby: nakrycie artyleryjskie, desant, specjalny zwiad itp. Flerowcy byli ruchliwi i aktywni.

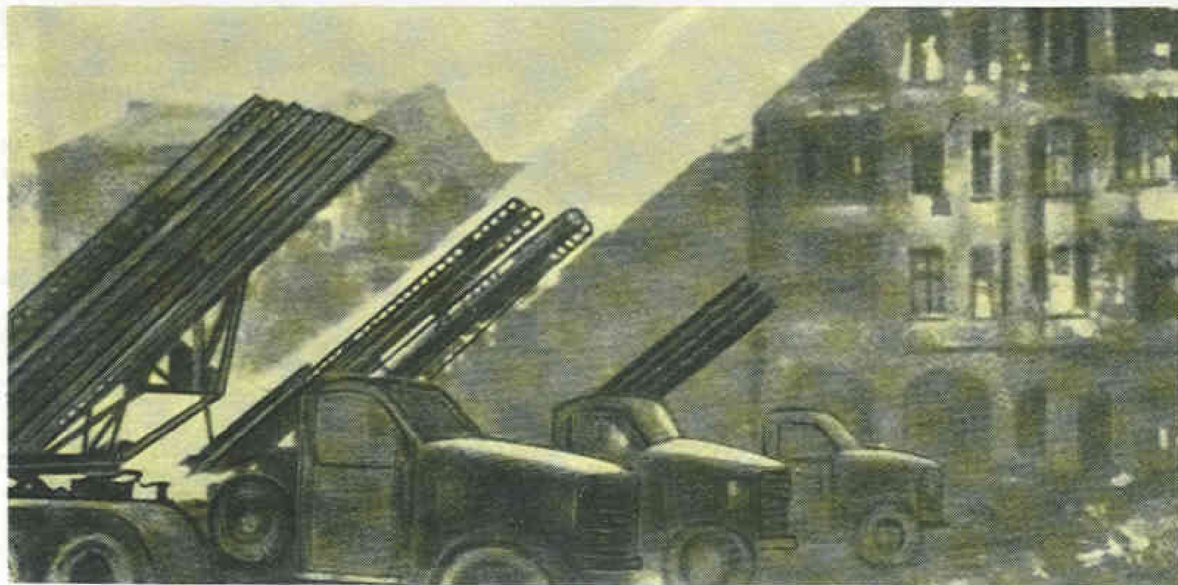
Dopiero 7 października 1941 r. w rejonie Wiaźmy, w pobliżu wsi Bogatyr, *Katiusze* znalazły się w okrążeniu. Kapitan Flerow i jego współtowarzysze wysadzili *Katiusze*, nie oddając tajemnicy wrogowi. Sam kapitan Flerow i większość składu baterii ponieśli śmierć — tylko 46 żołnierzy uratowało się przed wrogiem. Za męstwo i okazaną odwagę w dwa lata później Prezydium Rady Najwyższej ZSRR odznaczyło pośmiertnie kpt. Flerowa orderem Wojny Narodowej I stopnia.

POSTRACH ARMII HITLEROWSKIEJ

W nocy z 1 na 2 lipca wyjeżdża na front zachodni pierwsza bateria doświadczalna dowodzona przez kpt. I. Flerowa, składająca się z 7 wyrzutni *BM—13*. W 12 dni później, 14 lipca 1941 r. o godz. 15.30, bateria przechodzi swój chrzest bojowy pod Orszą. Na duże zgrupowanie wojsk niemieckich wokół dworca kolejowego w Orszy uderzył skutecznie grad pocisków.

W końcu 1941 r., a więc w tym samym czasie, kiedy armię zaopatrzono w *Katiusze BM—13*, wprowadza się do uzbrojenia wyrzutnie z pociskami kal. 82 mm, które w 1943 r. przystosowano do odpalania salwowego. W tym samym roku wprowadzono na uzbrojenie górski wariant wyrzutni pocisków kal. 82 mm z 8 pociskami.

W 1942 r. armia radziecka otrzymała pociski rakietowe kal. 120 mm o zasięgu 5 km. W tym samym roku wprowadzono na uzbrojenie pocisk *M—20* o ciężarze 57 kG, przystosowany do odpalania z wyrzutni *BM—13* oraz pocisk *M—30* kal. 300 mm o zasięgu 2,8 km, odpalany początkowo z jednorzędowej wyrzutni 4-prowadnicowej, później dwurzędowej 8-prowadnicowej *Rama M—30*. W 1943 r. zmodyfikowany pocisk kal. 300 mm uzyskał zasięg 4,3 km. Wiosną 1944 r. udało się wprowadzić jeszcze bardziej udoskonalone typy pocisków o małym rozrzucie i donośności 4 km i 7,9 km.

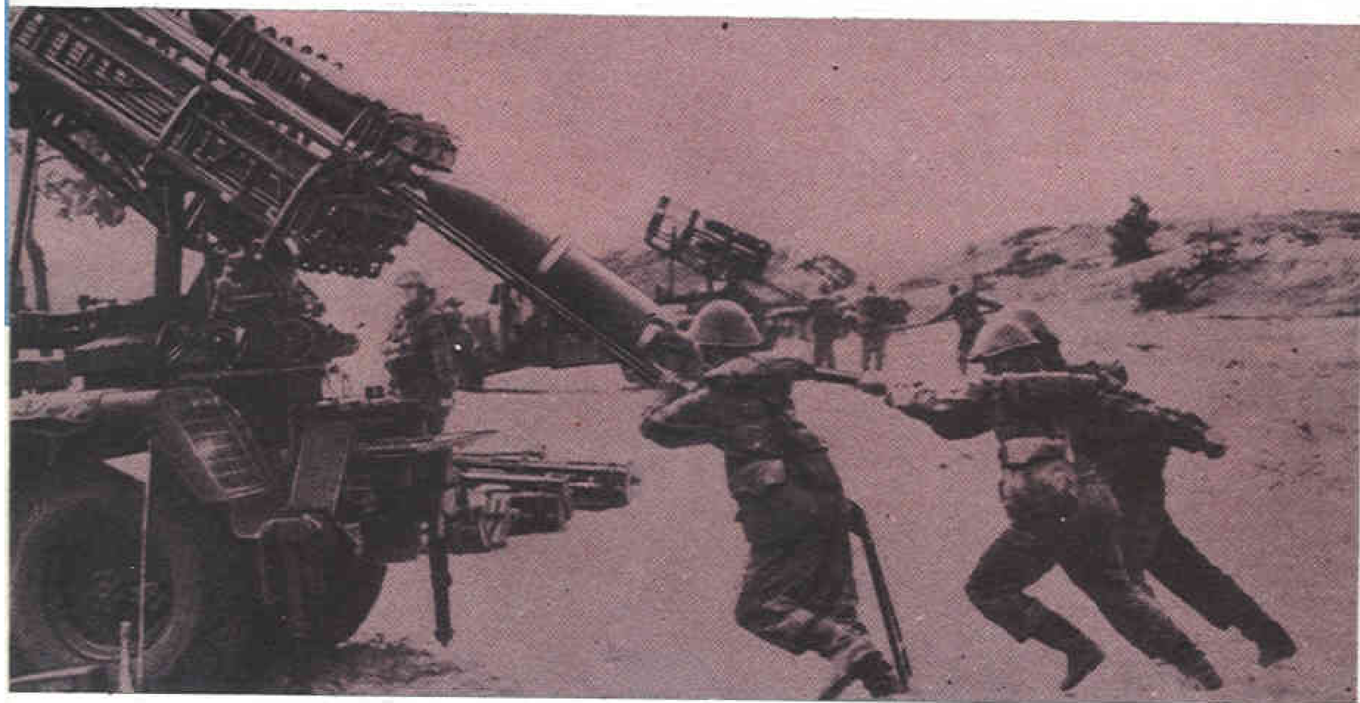


Katiusze w akcji podczas zdobywania Berlina

W 1942 r. zakłady leningradzkie rozpoczęły produkcję pocisków rakietowych o kal. 280 mm z głowicami burzącymi, które stały się nieocenioną bronią w ciężkim okresie blokady hitlerowskiej. W początkach 1943 r. rozpoczęto dla wojska produkcję pocisków *M—31* o kalibrze 310 mm i ciężarze startowym 92,5 kG, które odpalano z *Ramy M—30*. W roku następnym polepszono celność tych pocisków i wprowadzono na uzbrojenie nowy model pocisku *M—31—UK*.

Także pocisk podstawowy *M—13* oraz wyrzutnie *BM—13* przeszły sporą ewolucję. Pod koniec II wojny światowej przemysł radziecki opanował produkcję pocisków

* *Tamże.*



Pocisk rakietowy o stabilizacji obrotowej w chwili ładowania na wyrzutnię (fot. WAF)

o zwiększonej celności *M—13—UK*, a nieco później — pocisków o donośności zwiększonej z 8,5 do 11 km.

W toku zmagań wojennych oprócz walorów technicznych nowej broni doskonaliły się także sposoby jej taktycznego użycia oraz formy organizacyjne.

Słynne *Katiusze* używane były głównie do niszczenia odkrytych lub znajdujących się poza lekkimi ukryciami żołnierzy i środków ogniowych nieprzyjaciela, do zwalczania zgrupowań pojazdów mechanicznych znajdujących się w rejonach zeŚrodkowania, do obezwładnienia blisko rozmieszczonych baterii dział i moździerzy oraz punktów oporu pierwszej i drugiej pozycji głównego pasa obrony przeciwnika. Doświadczenia bojowe wykazały, że najskuteczniejsze było stosowanie *Katiusz* przede wszystkim do zmasowanego ataku na cele o dużej powierzchni, znajdujące się na głównych kierunkach uderzenia.

Jeszcze w lecie 1941 r. w zasadzie istniały tylko baterie artylerii rakietowej, a już jesienią zorganizowano dywizjony tej broni. W końcu 1942 r. kolejno pojawiają się większe jednostki: pułki, brygady i dywizje *Katiusz*. Forma organizacyjna dla stosowania tej broni zależała od kalibru pocisków: lekkie organizowano w dywizjony i pułki, ciężkie — w brygady i dywizje.

Dzięki ich dużej ruchliwości można je było stosunkowo łatwo przerzucać z miejsca na miejsce i koncentrować w stosownej chwili na głównych odcinkach frontu. W bojach obronnych pod Moskwą brało udział 35 do 50% całej artylerii rakietowej armii, w analogicznych walkach nad Wołgą artyleria rakietowa oddała około 3000 salw. Podczas przygotowania do przeciwnatarcia nad Wołgą brało udział 5 brygad artylerii rakietowej ciężkiej oraz 37 pułków wyrzutni lekkich pocisków rakietowych, liczących łącznie ok. 1300 wyrzutni.

Przy zdobywaniu Briańska w połowie sierpnia 1943 r. główną rolę odegrała artyleria rakietowa. Artyleria rakietowa tak szybko się przegrupowała, że przeciwnik był zaskoczony kierunkiem działania.

W czasie walk w oblężonym przez 900 dni Leningradzie brało udział wiele wyrzutni rakietowych, a nawet opracowano i opanowano w bohaterskim mieście produkcję burzących pocisków rakietowych o kal. 280 mm. Po uwolnieniu Leningradu w styczniu 1944 r. same tylko dwa fronty — Leningradzki i Wołochowski — dysponowały blisko 1500 wyrzutniami artylerii rakietowej.

W ostatnich latach II wojny światowej nastąpiło szczególne nasilenie użycia artylerii rakietowej. Tak np. w końcu 1943 r. brało udział w walkach frontowych ok. 500 dywizjonów wyrzutni *Katiusz*, a przed rozpoczęciem ofensywy w 1944 r. cztery fronty ukraińskie dysponowały 2,5 tysiącami *Katiusz*.

Katiusze zakończyły swój owocny wkład w zwycięstwo w Berlinie. W operacji berlińskiej uczestniczyły 44 pułki lekkiej artylerii rakietowej 82 mm i 132 mm oraz 24 brygady ciężkich pocisków rakietowych 300 mm. Epopeja bojowa *Katiusz* została chlubnie zakończona!

MŁODSZE SIOSTRY KATIUSZ

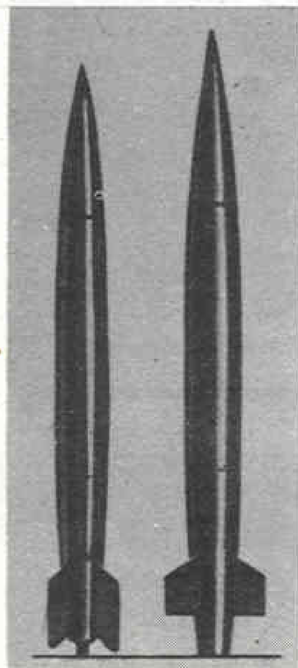
Jeszcze podczas II wojny światowej rozpoczęto w Związku Radzieckim prace, które po ich zakończeniu doprowadziły do wprowadzenia nowych typów pocisków i wyrzutni rakietowych. Konstruktorzy radzieccy poszli dwiema drogami.

Pierwszą taką drogą było zwiększenie kalibru pocisków i odpalanie ich z nowo opracowanych kilku- lub kilkunastomiejscowych wyrzutni prętowych.

Drugą drogą było pozostawienie lub niewielkie zwiększenie kalibru dotychczas używanych pocisków, a jednocześnie zastosowanie w nich stabilizacji obrotowej, przy czym pociski te odpalano również z nowo opracowanych kilkunasto- lub kilkudziesięciomiejscowych wyrzutni prętowych lub rurowych. Do tego rodzaju wyrzutni należą do dziś używane wyrzutnie samochodowe rurowe: 16-rurowe *BM—14 i BM—14—17*, 40-rurowe, jak również wyrzutnie rurowe na kołowych przyczepach samochodowych, np. 8-lufowa wyrzutnia dwukołowa *WP—8z*. Wyrzutnie te, przy skróconych prowadnicach, odznaczają się większą niż *Katiusze* celnością.

Dzisiaj nasycenie wojsk w artylerię rakietową jest jeszcze większe niż w okresie II wojny światowej. Jednak w porównaniu z bronią rakietową z tego okresu dzisiejsza radziecka artyleria rakietowa jest bardziej zróżnicowana — ma większą liczbę typów pocisków i wyrzutni. Obecnie na uzbrojeniu armii radzieckiej znajdują się pociski różnych kalibrów o stabilizacji brzechwowej i obrotowej, przy czym zdecydowanie dominują te drugie. Postęp w zakresie budowy pocisków poszedł w kierunku zróżnicowania i zwiększenia kalibru, zwiększenia zasięgu, celności, szybkostrzelności, niezawodności i mocy rażącej dzięki lepszym kształtom aerodynamicznym, ulepszeniu materiałów pędnych, silników i materiałów wybuchowych oraz przejściu na stabilizację obrotową. Dokonał się także postęp w budowie i koncepcji użycia wyrzutni — zlikwidowano przenośne wyrzutnie ramowe na rzecz instalowania ich na samochodach nie tylko ciężarowych, jak podczas II wojny światowej, ale również — głównie na ciągnikach gąsienicowych lub różnego rodzaju i wielkości wyrzutniach przyczepowych ciągnionych przez samochody ciężarowe lub przez terenowe samochody osobowe. Wyrzutnie te znajdują się przy tym nie tylko na uzbrojeniu wojsk lądowych, ale również powietrzno-desantowych (np. *WP—8z*) oraz odmiany specjalne — na uzbrojeniu lotnictwa i marynarki wojennej.

Dziś nie tylko Związek Radziecki ma artylerię rakietową. Te same typy wyrzutni i pocisków znajdują się na uzbrojeniu także innych państw socjalistycznych, m. in. Polski. Niektóre typy znalazły również zastosowanie bojowe — podobnie jak w trudnych latach II wojny światowej wojska radzieckie zastosowały je przeciwko agresorowi hitlerowskiemu, tak i teraz użyły jej wojska Zjednoczonej Republiki Arabskiej do odparcia izraelskiego agresora.



Pociski rakietowe o kalibrze ponad 200 mm odpalane z wyrzutni prętowych



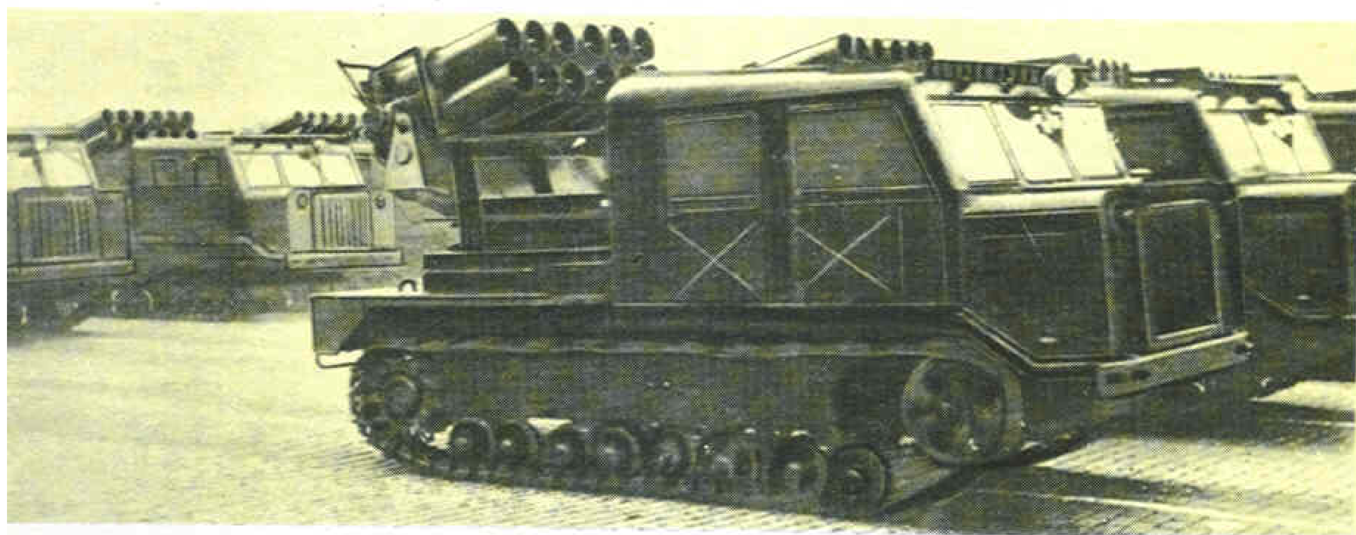
Samochodowa wyrzutnia 40-rurowa pocisków rakietowych o stabilizacji obrotowej

(fot. J. Fil)

DANE WAŻNIEJSZYCH RADZIECKICH POCISKÓW RAKIETOWYCH O STABILIZACJI BRZECHWOWEJ

Oznaczenie pocisku	Wymiary [mm]			Ciężar [kG]				Prędkość maksymalna [m/s]	Zasięg [km]	Wyrzutnia	Uwagi
	średnica maks. (kaliber)	długość	rozpiętość stateczników	startowy	głowicy bojowej	materiału wybuchowego	materiału pędnego				
M-8	82	596	200 (4 stat.)	8	3,05	0,54 (tetryl)	1,0	315	5,5	*BM-8-48* *BM-8-24*	Wersją pocisku *M-8* jest *RS-82*. Pocisk odłamkowy
	120			14					5		
M-13 *M-13-UK* *M-13-DD*	132	1420	300 (4 stat.)	42,5	18,5	4,6	7,08	355	8,5 11*	*BM-13* *BM-13-Ch*	Pocisk *M-13* miał również wersję o ciężarze startowym 24 kG. Wersja *UK* ma zmniejszony rozrzut. Pocisk odłamkowo-burzący
M-20				57						*BM-13*	
	280										Produkowane w oblężonym Leningradzie
M-30	300			72					2,8	*Rama M-30*	
M-31 *M-31-UK*	300	1765	300 (8 stat.)	94,6		55% ciężaru głowicy bojowej		255	4,3	*Rama M-30* *BM-31-12*	Wersja *UK* ma zmniejszony rozrzut. Pocisk burzący

Wersja ulepszona.



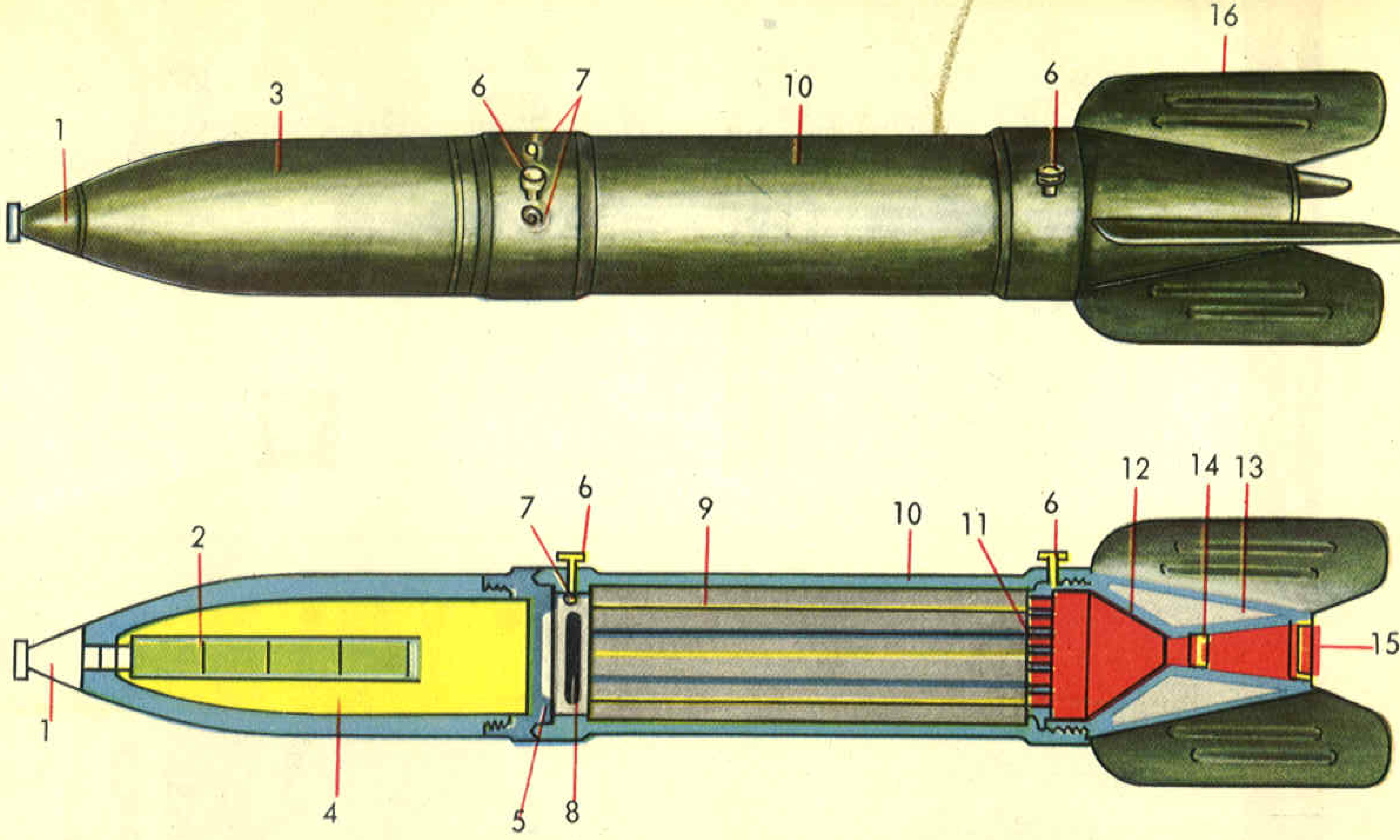
Samochodowa wyrzutnia 12-rurowa *BM-24* **na podwoziu gąsienicowym** (fot. Z. Wdowiński)

Cztery tysiące siedemsetna publikacja Wydawnictwa MON

Printed in Poland

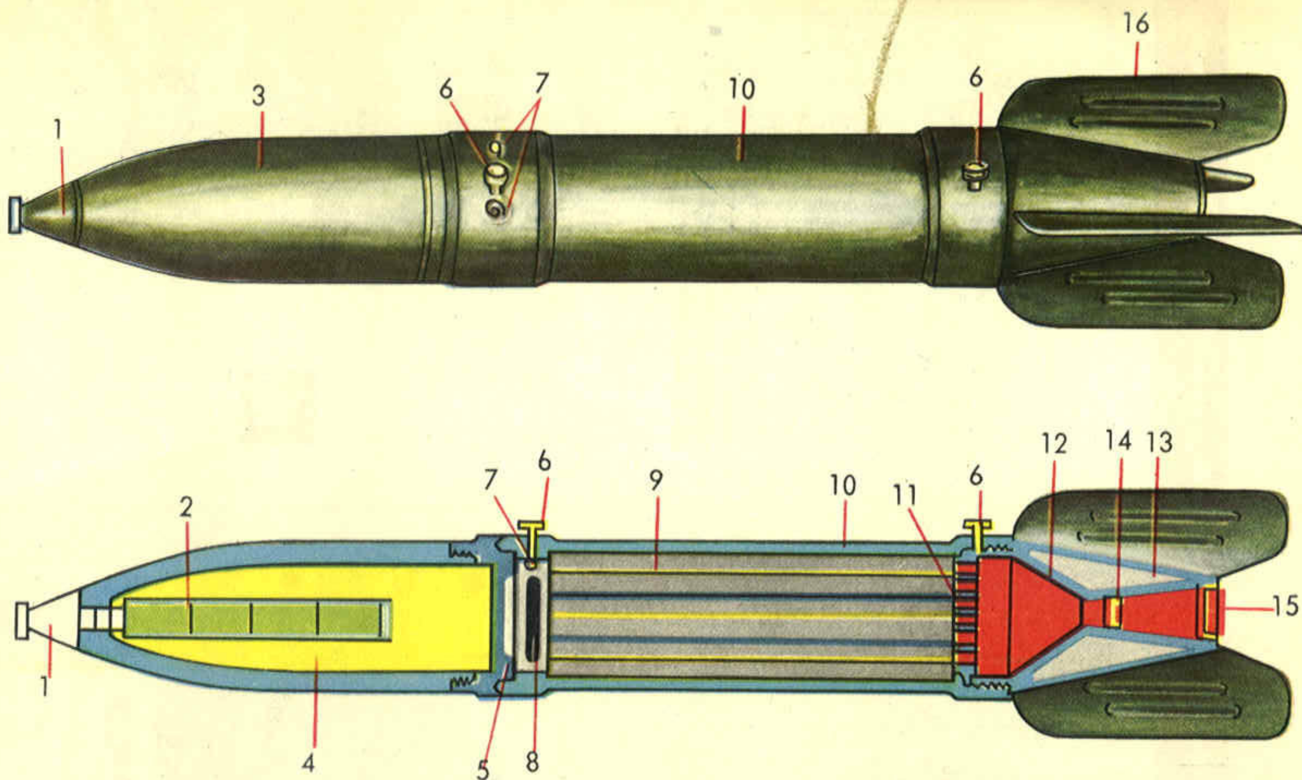
Wydawnictwo Ministerstwa Obrony Narodowej
Warszawa 1971 r. Wydanie I

Nakład: 50.000 + 315 egz. Objętość 2,88 ark. wyd., 1,25 ark. druk. Papier offsetowy III kl. 80 g z Zakładów Celulozowo-Papierniczych im. J. Marchlewskiego we Włocławku. Oddano do składu 19.05.1970 r. Druk ukończono **w styczniu 1971 r.** Wojskowe Zakłady Graficzne w Warszawie. Zam. nr 2041 z dnia 19.05.1970 r.
Cena zł 7.— K-47.



POCISK RAKIETOWY M-13: 1 — zapalnik; 2 — detonator; 3 — skorupa głowicy bojowej; 4 — ładunek materiału burzącego; 5 — dno głowicy (tzw. dno przejściowe); 6 — czop prowadnicy; 7 — pironabój; 8 — zapłonnik; 9 — ładunek stałego materiału pędnego (rurki piroksylinowe); 10 — komora spalania silnka raketowego; 11 — ruszt; 12 — dysza wylotowa; 13 — osłona aerodynamiczna dyszy wylotowej; 14 — korek umożliwiający uzyskanie wstępnego ciśnienia w komorze spalania silnika; 15 — korek zamykający otwór wylotowy dyszy (zdejmowany przed opaleniem pocisku); 16 — brzechwa

Cena zł 7.-



POCISK RAKIETOWY M-13: 1 — zapalnik; 2 — detonator; 3 — skorupa głowicy bojowej; 4 — ładunek materiału burzącego; 5 — dno głowicy (tzw. dno przejściowe); 6 — czop prowadnicy; 7 — pironabój; 8 — zapłonnik; 9 — ładunek stałego materiału pędnego (rurki piroksylinowe); 10 — komora spalania silnka raketowego; 11 — ruszt; 12 — dysza wylotowa; 13 — osłona aerodynamiczna dyszy wylotowej; 14 — korek umożliwiający uzyskanie wstępnego ciśnienia w komorze spalania silnika; 15 — korek zamykający otwór wylotowy dyszy (zdejmowany przed opaleniem pocisku); 16 — brzechwa

Cena zł 7.-